



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-070834

出 願 人

Applicant(s):

株式会社デンソー

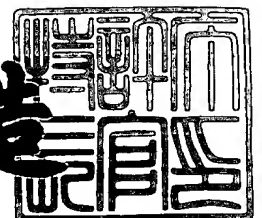
RECEIVED
JUN-7 2001
TECHNOLOGY CENTER 2800

RECEIVED
AUG 06 2001
TC 1700

2001年 4月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 NZ-73450

【提出日】 平成13年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 27/416

【発明の名称】 複合積層型センサ素子

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 田中 章夫

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 斎藤 利孝

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 宮下 晶

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

 【氏名】 水谷 圭吾

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100079142

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高橋 祥泰

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2000- 98050

【出願日】 平成12年 3月31日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009276

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004767

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合積層型センサ素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固体電解質板とその表面に設けた一対の電極より構成された第 1、第 2 及び第 3 電気化学セルを有し、

上記第 1 電気化学セルを用いた酸素ポンピングによる前処理を施した被測定ガスに対し第 2 電気化学セルを用いた特定ガス濃度検出が行われると共に、第 3 電気化学セルを用いた被測定ガスと基準ガスとの間の起電力差検出が行われるように構成されてなり、

上記第 3 電気化学セルの一対の電極は同一の固体電解質板の同一平面上に設けてあり、

上記第 1 及び第 3 電気化学セルは異なる固体電解質板に設けてあることを特徴とする複合積層型センサ素子。

【請求項 2】 請求項 1 において、少なくとも上記第 1 チャンバ及び第 2 チャンバのいずれか一方における酸素濃度を検出可能に構成された第 4 電気化学セルを有することを特徴とする複合積層型センサ素子。

【請求項 3】 請求項 2 において、被測定ガスが導入される第 1 チャンバ及び第 2 チャンバを有し、上記第 1 チャンバは複合積層型センサ素子外部と第 1 拡散抵抗通路によって連通され、上記第 2 チャンバは上記第 1 チャンバと第 2 拡散抵抗通路によって連通されると共に、

上記第 1 電気化学セルは、一方の面が第 1 チャンバと対面し、上記第 1 電気化学セルに印加された電圧に応じた量の酸素を第 1 チャンバに対し出し入れ可能に構成され、

上記第 2 電気化学セルは、一方の面が第 2 チャンバと対面し、所定の電圧を印加することで、被測定ガス中の特定ガス濃度に対応した電流が得られるよう構成されていることを特徴とする複合積層型センサ素子。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 において、基準ガス室を複数個有し、上記第 2 電気化学セルと第 4 電気化学セルとが共に同じ基準ガス室、第 1 チャンバまたは第 2 チャンバと対面するよう構成されていることを特徴とする複合積層型セ

ンサ素子。

【請求項 5】 請求項 2～4 のいずれか一項において、基準ガス室を複数個有し、上記第 1 電気化学セルと上記第 3 電気化学セルはそれぞれ異なる基準ガス室と対面するよう構成されていることを特徴とする複合積層型センサ素子。

【請求項 6】 請求項 1 において、上記第 1 電気化学セルと上記第 2 電気化学セルとの間には、両セル間を絶縁可能なアルミナ板を設けることを特徴とする複合積層型センサ素子。

【請求項 7】 被測定ガスが導入される第 1 チャンバ及び第 2 チャンバを有し、また、基準ガスが導入される第 1 及び第 2 基準ガス室を有し、

上記第 1 チャンバは素子外部と第 1 拡散抵抗通路によって連通され、上記第 2 チャンバは上記第 1 チャンバと第 2 拡散抵抗通路によって連通されており、

上記第 1 チャンバと対面し、印加電圧に対応した酸素をポンピング可能な第 1 電気化学セルを有し、

上記第 2 チャンバと対面し、所定の電圧を印加することで、被測定ガス中の特定ガス濃度に対応した電流が得られる第 2 電気化学セルを有し、

被測定ガス中の酸素濃度を測定可能に構成された第 3 電気化学セルを有する複合積層型センサ素子であって、

上記第 1 チャンバ及び上記第 2 チャンバは第 1 固体電解質板と第 2 固体電解質板との間に形成され、

上記第 1 基準ガス室は上記第 1 固体電解質板の素子外部と対面する側に設けてあり、上記第 2 基準ガス室は上記第 2 固体電解質板を介して上記第 1 及び第 2 チャンバと対面するよう設けてあり、

上記第 1 電気化学セルは、上記第 2 固体電解質板に設け第 1 チャンバと対面した被測定ガス側ポンプ電極と第 2 基準ガス室と対面した基準ポンプ電極とより構成され、

上記第 2 電気化学セルは、上記第 1 固体電解質板に設け第 2 チャンバと対面した被測定ガス側センサ電極と第 1 基準ガス室とに對面した基準センサ電極とより構成され、

上記第 3 電気化学セルは、上記第 1 固体電解質板に設け素子外部と対面した被

測定ガス側酸素センサ電極と第 1 基準ガス室に対面した基準酸素センサ電極とより構成され、

上記第 3 電気化学セルにおける被測定ガス側酸素センサ電極と基準酸素センサ電極とは、共に第 1 固体電解質板の同じ平面上に設けてあることを特徴とする複合積層型センサ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】

本発明は、車両用内燃機関の排気系に取付けて、排ガス中の NO_x 濃度等の検出に利用されるような複合積層型センサ素子に関する。

【0002】

【従来技術】

車両用内燃機関の排気系に取付け、排ガス中の NO_x 濃度を測定すると共に排ガス中の酸素濃度を λ 特性として検出するよう構成したガスセンサが知られている。このガスセンサは NO_x 、 A/F 、 λ 特性を一本のセンサで検出できるため、非常に有用である。

【0003】

このようなガスセンサに用いられる複合積層型センサ素子として、従来、図 13 に示すごとく、4 セル式の素子 9 が知られていた。

図 13 に示すごとく、多孔質基板 91、固体電解質板 92、スペーサ 93、基板 94、スペーサ 95、固体電解質板 96、スペーサ 97、積層型ヒータ 99 を順次積層して構成されている。

【0004】

被測定ガスが導入される第 1 チャンバ 81 及び第 2 チャンバ 82 を有し、また、基準ガスが導入される基準ガス室 89 を有し、上記第 1 チャンバ 81 は素子外部と第 1 拡散抵抗通路 810 によって連通され、上記第 2 チャンバ 82 は上記第 1 チャンバ 81 と第 2 拡散抵抗通路 820 によって連通されている。

【0005】

また、上記複合積層型センサ素子 9 は、上記第 1 チャンバ 81 と対面し、印加

電圧に対応した酸素を素子外部とポンピング可能な第1電気化学セル83を有し、上記第2チャンバ82と対面し、所定の電圧を印加することで、排ガス中の NO_x 濃度に対応した電流が得られる第2電気化学セル85を有する。

更に、素子外部における排ガスの濃度を測定可能に構成された第3電気化学セル84を有し、第2チャンバ82と対面し、第2チャンバ82内の酸素濃度をモニタする第4電気化学セル86とを有する。

なお、第4電気化学セル86から得られる起電力によって、上記第1電気化学セル83に対する印加電圧が制御される。

【0006】

このような複合積層型センサ素子を用いることで、排ガス中の NO_x 濃度と共に、排ガス中の酸素濃度を測定して λ 特性や空燃比の測定を行なうことができる。

1本のセンサで同時に NO_x 濃度と λ 特性（または空燃比）を測定することができるため、省スペースであり取付けコストの低減を実現できる。

【0007】

【解決しようとする課題】

しかしながら、上述した複合積層型センサ素子9は酸素濃度測定精度が低く、よって λ 特性の測定精度も低いという問題がある。

主たる原因は第1電気化学セル83と第3電気化学セル84とが同一の固体電解質板92に配置されていることである。第1電気化学セル83に加わる電圧は変動する上、第3電気化学セル84のセンサ出力よりかなり大きいため、第3電気化学セル84の出力に大きな影響を与える。

【0008】

また、図13より明らかであるが、第3電気化学セル84を構成する2つの電極間には第1固体電解質板92から第2固体電解質板96まで合わせて5枚の板が存在する。このため第3電気化学セル84の内部抵抗は非常に大きく、外部の影響（温度等）を受け易い。

【0009】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、 λ 特性の測定精度に

優れた複合積層型センサ素子を提供しようとするものである。

【 0 0 1 0 】

【課題の解決手段】

請求項 1 記載の発明は、固体電解質板とその表面に設けた一対の電極より構成された第 1、第 2 及び第 3 電気化学セルを有し、

上記第 1 電気化学セルを用いた酸素ポンピングによる前処理を施した被測定ガスに対し第 2 電気化学セルを用いた特定ガス濃度検出が行われると共に、第 3 電気化学セルを用いた被測定ガスと基準ガスとの間の起電力差検出が行われるように構成されてなり、

上記第 3 電気化学セルの一対の電極は同一の固体電解質板の同一平面上に設けてあり、

上記第 1 及び第 3 電気化学セルは異なる固体電解質板に設けてあることを特徴とする複合積層型センサ素子にある。

【 0 0 1 1 】

次に、本発明の作用につき説明する。

本発明にかかる構成によれば、第 3 電気化学セルにおける一対の電極が、同一固体電解質板の同一平面上に設けてあり、両者が近接した状態にある。そのため、第 3 電気化学セルの内部抵抗が小さくなり、外部回路やセンサ出力測定用の機器類の影響を受け難くすることができる。

更に、一対の電極が近接しているため、第 3 電気化学セルの内部抵抗が小さくなり、外部雰囲気温度による影響も小さくなる。

【 0 0 1 2 】

更に、第 3 電気化学セルの一対の電極は同じ固体電解質板の同じ平面上に設けてあるため（後述する図 1 参照）、該セルにかかる電圧は一定（時間変動しない）となり、第 3 電気化学セルの出力は時間変動し難い。

【 0 0 1 3 】

また、第 1 電気化学セルと第 3 電気化学セルは異なる固体電解質板に設けてある（後述する図 1 参照）。そのため、第 1 電気化学セルに対する時間変動する印加電圧の影響を第 3 電気化学セルは受けにくい。

このように第3電気化学セルによる被測定ガスと基準ガスとの間の起電力差検出の精度を高めることができる。上記起電力差は被測定ガス中の酸素濃度に比例するため、本発明にかかる複合積層型センサ素子を内燃機関の燃焼排気系に設置することで、第3電気化学セルは内燃機関の λ 特性を精度よく測定することができる。

【0014】

このとき、チャンバ内の酸素濃度を一定とするため、第1電気化学セルの印加電圧は、予め被測定ガスの酸素濃度にたいして得られる電流値からマップをつくり、その電流値から電圧を制御することで高精度を確保することができる。

【0015】

以上、本発明によれば、 λ 特性の測定精度に優れた複合積層型センサ素子を提供することができる。

【0016】

次に、請求項2記載の発明のように、少なくとも上記第1チャンバ及び第2チャンバのいずれか一方における酸素濃度を検出可能に構成された第4電気化学セルを有することが好ましい。

【0017】

さらに第4電気化学セルで第1または第2チャンバの酸素濃度を検出して、第1電気化学セルの印加電圧制御することで、被測定ガス濃度を高精度に測定することができる。または、第4電気化学セルの測定値から補正することでも、被測定ガス濃度を高精度に測定できる。

このとき、第1及び第4の電気化学セルは、予め被測定ガス(NO_x)に不活性な電極(Pt/Au)から構成され、所定の電圧を印加することで、チャンバ内の酸素のみの濃度を測定できる。

または、チャンバ内の酸素と基準ガスとの起電力で酸素を測定してもよい。

【0018】

次に、請求項3記載の発明のように、被測定ガスが導入される第1チャンバ及び第2チャンバを有し、上記第1チャンバは複合積層型センサ素子外部と第1拡散抵抗通路によって連通され、上記第2チャンバは上記第1チャンバと第2拡散

抵抗通路によって連通されると共に、

上記第1電気化学セルは、一方の面が第1チャンバと対面し、上記第1電気化学セルに印加された電圧に応じた量の酸素を第1チャンバに対し出し入れ可能に構成され、

上記第2電気化学セルは、一方の面が第2チャンバと対面し、所定の電圧を印加することで、被測定ガス中の特定ガス濃度に対応した電流が得られるよう構成されていることが好ましい。

【0019】

これにより、第1電気化学セルにより第1及び第2チャンバ内の酸素濃度を一定に保持することができる。両チャンバ内の酸素濃度は、変動すると被測定ガスの擾乱となるため、一定に保つことが精度向上につながる。

従って、第2電気化学セルの特定ガス濃度に対応した電流値が、変動する被測定ガス中の酸素濃度の影響の及ばないようにすることができる。

上記第1及び第2拡散抵抗通路はピンホール等の細孔の他、多孔質体より構成することができる。

【0020】

次に、請求項4記載の発明のように、基準ガス室を複数個有し、上記第2電気化学セルと第4電気化学セルとが共に同じ基準ガス室、第1チャンバまたは第2チャンバと対面するよう構成されていることが好ましい。

これにより、第1チャンバ、第2チャンバ内の残留する酸素濃度を精度よく測定できる。

【0021】

次に、請求項5記載の発明のように、基準ガス室を複数個有し、上記第1電気化学セルと上記第3電気化学セルはそれぞれ異なる基準ガス室と対面するよう構成されていることが好ましい。

これにより、第1電気化学セルの電氣的なノイズを受けることなく高精度に第3電気化学セルを測定できる。

【0022】

次に、請求項6記載の発明のように、上記第1電気化学セルと上記第2電気化

学セルとの間は、両セル間を絶縁可能なアルミナ板を設けることが好ましい。

これにより、第1電気化学セルと第2電気化学セルとの間を絶縁して、第2電気化学セルに対し、第1電気化学セルの電圧変化等の影響が及ばないようにすることができる。

【0023】

次に、請求項7記載の発明は、被測定ガスが導入される第1チャンバ及び第2チャンバを有し、また、基準ガスが導入される第1及び第2基準ガス室を有し、

上記第1チャンバは素子外部と第1拡散抵抗通路によって連通され、上記第2チャンバは上記第1チャンバと第2拡散抵抗通路によって連通されており、

上記第1チャンバと対面し、印加電圧に対応した酸素をポンピング可能な第1電気化学セルを有し、

上記第2チャンバと対面し、所定の電圧を印加することで、被測定ガス中の特定ガス濃度に対応した電流が得られる第2電気化学セルを有し、

被測定ガス中の酸素濃度を測定可能に構成された第3電気化学セルを有する複合積層型センサ素子であって、

上記第1チャンバ及び上記第2チャンバは第1固体電解質板と第2固体電解質板との間に形成され、

上記第1基準ガス室は上記第1固体電解質板の素子外部と対面する側に設けてあり、上記第2基準ガス室は上記第2固体電解質板を介して上記第1及び第2チャンバと対面するよう設けてあり、

上記第1電気化学セルは、上記第2固体電解質板に設け第1チャンバと対面した被測定ガス側ポンプ電極と第2基準ガス室と対面した基準ポンプ電極とより構成され、

上記第2電気化学セルは、上記第1固体電解質板に設け第2チャンバと対面した被測定ガス側センサ電極と第1基準ガス室とに対面した基準センサ電極とより構成され、

上記第3電気化学セルは、上記第1固体電解質板に設け素子外部と対面した被測定ガス側酸素センサ電極と第1基準ガス室に対面した基準酸素センサ電極とより構成され、

上記第 3 電気化学セルにおける被測定ガス側酸素センサ電極と基準酸素センサ電極とは、共に第 1 固体電解質板の同じ平面上に設けてあることを特徴とする複合積層型センサ素子にある。

【0024】

請求項 7 にかかる構成によれば、第 3 電気化学セルにおける被測定ガス酸素センサ電極と基準酸素センサ電極との距離が近接した状態にあるため、第 3 電気化学セルの内部抵抗が小さくなり、外部回路やセンサ出力測定用の機器類の影響を受け難く、より精度よい酸素濃度の測定ができる。

更に、第 3 電気化学セルの内部抵抗が小さいため、外部雰囲気温度による影響も小さくなり、温度依存性が小さい、精度の良い酸素濃度測定ができる。

【0025】

更に、第 3 電気化学セルと同じ第 1 固体電解質板に設けてあるのは、第 1 電気化学セルではなくて第 2 電気化学セルである。第 2 電気化学セルに加わる電圧は一定（時間変動しない）なので、第 3 電気化学セルの測定精度が第 2 電気化学セルによって影響され難い。

【0026】

また、第 1 電気化学セルは第 1 固体電解質板、第 1 チャンバを介して設けられた第 2 固体電解質板上に設けてある。従って、第 1 電気化学セルに与えられる変動する電圧の影響を第 3 電気化学セルは受けにくい。

このように第 3 電気化学セルの測定精度を高くすることができるため、λ特性の測定精度も高くすることができる。

【0027】

以上、本発明によれば、λ特性の測定精度に優れた複合積層型センサ素子を提供することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

実施形態例 1

本発明にかかる複合積層型センサ素子について、図 1 ～図 5 を用いて説明する。

図 1 に示すごとく、本例の複合積層型センサ素子 1 は、固体電解質板 5 3、5 5 とその表面に設けた一対の電極 2 1、2 2、3 1、3 2、4 1、4 2 より構成された第 1、第 2 及び第 3 電気化学セル 2、3、4 を有し、上記第 1 電気化学セル 2 を用いた酸素ポンピングによる前処理を施した被測定ガスにおいて、第 2 電気化学セル 3 を用いた特定ガス濃度検出が行われると共に、第 3 電気化学セル 4 を用いた被測定ガスと基準ガスとの間の起電力差検出が行われるように構成されている。

上記第 3 電気化学セル 4 の一対の電極 4 1、4 2 は同一の固体電解質板 5 3 の同じ表面 5 3 0 に設けてあり、また、第 1 及び第 3 電気化学セル 2、4 は異なる固体電解質板 5 3、5 5 に設けてある。

【0029】

以下、詳細に説明する。

本例のガスセンサ素子は自動車エンジンの排気系に取付けて排ガス中の大気汚染物質となる NO_x 濃度の測定、エンジンにおける λ 特性と空燃比の検出を兼用する複合積層型センサ素子である。

【0030】

複合積層型センサ素子 1 は、図 1 に示すごとく、ヒータ 1 5、スペーサ 5 6、第 2 固体電解質基板 5 5、スペーサ 5 4、第 1 固体電解質板 5 3、多孔質板 5 1、スペーサ 5 2 よりなる。

各スペーサ 5 2、5 4、5 6 はアルミナセラミック板、第 1 及び第 2 固体電解質板 5 3、5 5 は酸素イオン導電性のジルコニアセラミックよりなる。

また、上記ヒータ 1 5 は絶縁性のアルミナセラミックに発熱部 1 5 0 を内蔵したセラミックヒータである。

【0031】

第 1 固体電解質板 5 3 には第 1 拡散抵抗通路 1 1 0 となる貫通孔が設けてあり、多孔質板 5 1 はこの拡散通路 1 1 0 を覆うよう設けてある。多孔質板 5 1 に隣接してスペーサ 5 2 が設けてあり、このスペーサ 5 2 と第 1 固体電解質板 5 3 とによって、第 1 基準ガス室 1 3 が形成される。

【0032】

第1チャンバ11, 第2チャンバ12は第1固体電解質板53, スペーサ54, 第2固体電解質板55により囲まれた空間よりなる。

第2基準ガス室14は第2固体電解質板55とスペーサ56により囲まれた空間よりなる。

図1及び図2に示すごとく, 第1チャンバ11と第2チャンバ12との間は細い第2拡散抵抗通路120により連通されている。

【0033】

本例の第3電気化学セル4は酸素濃淡起電力式電池として機能する。

第3電気化学セル4を構成する被測定ガス側酸素センサ電極41は第1固体電解質板53と多孔質板51との間に配置され, 基準酸素センサ電極42は第1基準ガス室13と対面して設けてある。第3電気化学セル4は電圧計451を有する酸素センサ回路45に接続されている。

電圧計451は両電極41及び42の間の起電力(この起電力は, 複合積層型センサ素子外部の被測定ガス雰囲気と第1基準ガス室雰囲気との酸素濃淡によって発生する。)を測定する。この起電力が第3電気化学セル4の出力である。

【0034】

本例の第1電気化学セル2はポンプセルとして機能する。

第4電気化学セル6の電流計651の電流値によってフィードバック制御された電源252から電圧が印加され, この印加電圧に対応した酸素を第1チャンバ11と第2基準ガス室14との間で出し入れするよう機能する。

また, 図8のようにポンプ電流によって予め設定されたマップからフィードバック制御してもよい。

【0035】

第1電気化学セル2は第2固体電解質板55に設けられ, 第1チャンバ11と対面した被測定ガス側ポンプ電極21と第2基準ガス室14と対面した基準ポンプ電極22とより構成され, 両電極21, 22との間には電流計251, 電源252が接続されたポンプ回路25が設けてある。また, 後述する電流計651と電源252との間はフィードバック回路655が設けてある。

【0036】

ポンプ電流は第 1 チャンバ 1 1 内の酸素濃度に対応しており、フィードバック回路 6 5 5 を利用して第 4 電気化学セル 6 の電流が常に一定値をとるように電源 2 5 2 が制御される。この制御で第 1 電気化学セル 2 は第 1 チャンバ 1 1 内、ひいては第 1 チャンバ 1 1 と連通する第 2 チャンバ 1 2 の酸素濃度を一定に保持することができる。

なお、被測定ガス側ポンプ電極 2 1 は NO_x を分解しない、 NO_x に対して不活性な電極である。

【0037】

本例の第 2 電気化学セル 3 は定電圧（時間的に変動しない）が加えられ、該定電圧によって発生する酸素イオン電流を利用して NO_x 濃度を測定する。

第 2 電気化学セル 3 は第 1 固体電解質板 5 3 に設け第 2 チャンバ 1 2 と対面した被測定ガス側センサ電極 3 1 と第 1 基準ガス室 1 3 とに対面した基準センサ電極 3 2 とより構成される。両電極 3 1, 3 2 との間には電流計 3 5 1 と電源 3 5 2 とを有するセンサ回路 3 5 が設けてある。

なお、上記基準センサ電極 3 2 は、後述する基準酸素センサ電極 4 2 及び 6 2 と一体的に設けてある。

【0038】

被測定ガス側センサ電極 3 1 は NO_x を窒素と酸素とに分解可能な活性電極である。第 2 電気化学セル 3 に電圧を印加することで、酸素イオンが被測定ガス側センサ電極 3 1 表面で発生し、該酸素イオンは第 1 固体電解質板 5 3 をイオン電流となって流通する。電流計 3 5 1 がイオン電流を測定する。

このイオン電流は第 1 電気化学セル 3 の被測定ガス側ポンプ電極 2 1 が NO_x を分解しなければ、被測定ガス中の NO_x 濃度に比例するため、電流計 3 5 1 から読み取れる値が NO_x 濃度となる。

【0039】

なお、被測定ガス側センサ電極 3 1 上では被測定ガス中の酸素も分解するが、被測定ガス中の酸素濃度は第 1 電気化学セル 2 によって略一定に保たれているので、あらかじめ NO_x 濃度が 0 の際の電流計 3 5 1 の値を測定しておくことで、正しく NO_x 由来のイオン電流の大きさを測定することができる。

または、第4電気化学セル6の電流値、すなわちチャンバ12内の残留酸素濃度の補正を引き算することで正しく測定できる。

【0040】

また、本例の第4電気化学セル6は酸素ポンプセルとして機能し、第2チャンバ12内の酸素濃度を測定するよう構成されている。

第4電気化学セル6は第1固体電解質板53に設けられ、第2チャンバ12と対面した被測定ガス側センサ電極61と第1基準ガス室13と対面した基準センサ電極62とより構成され、両電極61、62との間には電流計651、電源652が接続されたセンサ回路65が設けてある。また、電流計651と前述した電源252との間はフィードバック回路655が設けてある。

【0041】

被測定ガス側センサ電極61はNO_xに対する不活性電極である。第4電気化学セル6は、第2チャンバ12の酸素濃度に対応した電流が生じ、この電流を電流計651において検知することで、フィードバック回路655を利用し、第1電気化学セル2のポンピングを制御する。

【0042】

本例の積層型複合センサ素子1の作動原理について説明する。

被測定ガスである排ガスが多孔質板51と第1拡散抵抗通路110とを通じて第1チャンバ11内に拡散する。また、第2拡散抵抗通路120を通じて第2チャンバ12に拡散する。また、排ガス中にはNO_x、酸素、HC等が含まれている。

第1電気化学セル2は第1チャンバ11と対面し、第4電気化学セル6は第2チャンバ12と対面する。

第4電気化学セル6は、第2チャンバ12の酸素濃度に対応した電流が生じ、該電流は電流計651により検知される。この値がA4である。

【0043】

酸素濃度変動に応じて変動するA4に基づいてフィードバック回路655が第1電気化学セル2の電源252を制御する。

電源252により第1電気化学セル2の第1チャンバ11と第2基準ガス室1

4 との間の酸素の出し入れが制御され、第 1 チャンバ 1 1 及び第 2 チャンバ 1 2 の酸素濃度が一定となるようにする。酸素濃度がリーンの時は酸素イオンが第 2 基準ガス室 5 5 へ移動するように、酸素濃度がリッチの時は酸素イオンが第 1 チャンバ 1 1 へ移動するように制御する。

【0 0 4 4】

上記の酸素の出し入れの結果、第 1 電気化学セル 2 には酸素イオン電流が流れ、これが電流計 2 5 1 により検出される。この電流計の値と排気系における空燃比との対応を図 4 に示す。このように第 1 電気化学セル 2 の出力は空燃比測定に利用できる。

【0 0 4 5】

そして、第 2 チャンバ 1 2 と対面する第 2 電気化学セル 3 において、被測定ガス中に存在する NO_x を電極 3 1 で分解し、酸素イオン電流を生じせしめ、このイオン電流を電流計 3 5 1 で測定する。

このイオン電流の値 A 2 は第 2 チャンバ 1 2 の、ひいては被測定ガス中の NO_x 濃度に比例し、その対応を図 3 に示す。

【0 0 4 6】

また、第 3 電気化学セル 4 は、第 1 基準ガス室と 1 3 と第 1 チャンバ 1 1 内に導入される前の被測定ガスとの間の酸素濃度濃淡に対応した起電力が生じ、電圧計 4 5 1 において検知される。この値が V 3 で、この値は排気系における λ に対応し、図 5 に λ との関係を記載する。

【0 0 4 7】

本例の作用効果について説明する。

本例では、第 3 電気化学セル 4 における一对の電極 4 1、4 2 が共に第 1 固体電解質板 5 3 の表面 5 3 0 に設けてあり、両者が近接した状態にある。そのため、第 3 電気化学セル 4 の内部抵抗が小さくなり、外部の影響を受け難く、出力が安定する。更に、第 3 電気化学セル 4 にかかる電圧は時間変動しないため、出力も時間変動し難く安定する。

【0 0 4 8】

また、第 1 電気化学セル 2 と第 3 電気化学セル 4 は別の固体電解質板に設けて

あり、第 1 電気化学セル 2 への印加電圧の影響を第 3 電気化学セル 4 は受けにくい。

以上により、本例によれば第 3 電気化学セル 4 による被測定ガスと基準ガスとの間の起電力差検出の精度を高めることができ、λ 特性を精度よく測定することができる。

【 0 0 4 9 】

以上、本発明によれば、λ 特性の測定精度に優れた複合積層型センサ素子を提供することができる。

【 0 0 5 0 】

また、第 4 電気化学セル 6 が設けてあり、これが第 2 チャンバ 1 2 の酸素濃度を測定して、この値にもとづいて第 1 電気化学セル 2 を正確に制御すると共に被測定ガスの空燃比検出を行なうことができ、別途空燃比センサ素子を設ける必要がなくなり、コストパフォーマンスに優れた素子を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

実施形態例 2

本例は図 6 に示すごとく、実施形態例 1 とまったく同様の構成の積層型センサ素子である。

ただし、複合積層型センサ素子 1 を構成する、各スペーサ 5 2, 5 4, 5 6, 第 1 及び第 2 固体電解質板 5 3, 5 5 はジルコニアセラミックよりなる。さらにヒータ 1 5 もジルコニアセラミックよりなる。

その他詳細は実施形態例 1 と同様であり、実施形態例 1 と同様の作用効果を有する。

また、すべてがジルコニアで構成されているため、複合積層型センサ素子 1 は異なる材料間の熱応力によるクラックや素子割れが生じ難くなる。

【 0 0 5 2 】

実施形態例 3

本例は図 7 に示すごとく第 1, 第 2 及び第 3 の電気化学セルが異なる固体電解質板に設けてある複合積層型センサ素子である。

本例の複合積層型センサ素子 1 は、多孔質板 7 1, スペーサ 7 2, 7 4, 7 6

、 7 8、 3 枚の固体電解質板 7 3、 7 5、 7 7、 そしてヒータ 1 5 からなる。

【 0 0 5 3 】

固体電解質板 7 3、 スペース 7 4、 固体電解質板 7 5 により被測定ガス側空間 7 3 1 が設けてあり、 固体電解質板 7 3 に設けた通路 7 3 0 より外部から被測定ガスが導入されるよう構成されている。

また、 第 1 チャンバ 1 1、 第 2 チャンバ 1 2 は、 固体電解質板 7 5、 7 7、 スペース 7 6 により構成され、 第 1 チャンバ 1 1 は被測定ガス側空間 7 3 1 より第 1 拡散抵抗通路 1 1 0 を介して被測定ガスが導入されるよう構成されている。

【 0 0 5 4 】

そして、 第 1 電気化学セル 2 は固体電解質板 7 7 に設けられ、 第 1 チャンバ 1 1 と第 2 基準ガス室 1 4 に対し対面する。 第 2 電気化学セル 3 は固体電解質板 7 5 に設けられ、 第 2 チャンバ 1 2 と被測定ガス室 7 3 1 に対し対面する。

第 3 電気化学セル 4 は固体電解質板 7 3 に設けられ、 多孔質板 7 1 と第 1 基準ガス室 1 3 とに対面する。 第 4 電気化学セル 6 は固体電解質板 7 5 に設けられ、 第 2 チャンバ 1 2 と被測定ガス側空間部 7 3 1 に対面する。

その他詳細は実施形態例 1 と同様である。

【 0 0 5 5 】

本例の複合型積層センサ素子 1 は、 第 1 ～第 3 の電気化学セル 2、 3、 4 が異なる固体電解質板 7 3、 7 5、 7 7 に設けてあるため、 それぞれのセルに流れる電流等で他のセルが影響を受けることを防止できる。

よって、 より正確な NO_x 、 λ 特性、 空燃比等の測定を行なうことができる。

その他詳細は実施形態例 1 と同様の作用効果を有する。

【 0 0 5 6 】

実施形態例 4

本例の複合積層型センサ素子につき、 図 8 ～図 1 2 を用いて説明する。

図 8 に示すごとく、 本例にかかる複合積層型センサ素子 1 は、 被測定ガスが導入される第 1 チャンバ 1 1 及び第 2 チャンバ 1 2 を有し、 また、 基準ガスが導入される第 1 及び第 2 基準ガス室 1 3、 1 4 を有する。

上記第 1 チャンバ 1 1 は素子外部と第 1 拡散抵抗通路 1 1 0 によって連通され

、上記第 2 チャンバ 1 2 は上記第 1 チャンバ 1 1 と第 2 拡散抵抗通路 1 2 0 によって連通される。

【 0 0 5 7 】

上記第 1 チャンバ 1 1 と対面し、印加電圧に対応した酸素をポンピング可能な第 1 電気化学セル 2 を有し、上記第 2 チャンバ 1 2 と対面し、所定の電圧を印加することで、被測定ガス中の特定ガス濃度に対応した電流が得られる第 2 電気化学セル 3 を有し、被測定ガス中の酸素濃度を測定可能に構成された第 3 電気化学セル 4 を有する。

【 0 0 5 8 】

上記第 1 チャンバ 1 1 及び上記第 2 チャンバ 1 2 は第 1 固体電解質板 5 3 と第 2 固体電解質板 5 5 との間に形成され、上記第 1 基準ガス室 1 3 は上記第 1 固体電解質板 5 3 の素子外部と対面する側に設けてあり、上記第 2 基準ガス室 1 4 は上記第 2 固体電解質板 5 5 を介して上記第 1 及び第 2 チャンバ 1 1, 1 2 と対面するよう設けてある。

【 0 0 5 9 】

上記第 1 電気化学セル 2 は、上記第 2 固体電解質板 5 5 に設け第 1 チャンバ 1 1 と対面した被測定ガス側ポンプ電極 2 1 と第 2 基準ガス室 1 4 と対面した基準ポンプ電極 2 2 とより構成されている。

【 0 0 6 0 】

上記第 2 電気化学セル 3 は、上記第 1 固体電解質板 5 3 に設け第 2 チャンバ 1 2 と対面した被測定ガス側センサ電極 3 1 と第 1 基準ガス室 1 3 とに対面した基準センサ電極 3 2 とより構成されている。

上記第 3 電気化学セル 4 は、上記第 1 固体電解質板 5 3 に設け素子外部と対面した被測定ガス側酸素センサ電極 4 1 と第 1 基準ガス室 1 3 に対面した基準酸素センサ電極 4 2 とより構成されている。

【 0 0 6 1 】

そして、上記第 3 電気化学セル 4 における被測定ガス側酸素センサ電極 4 1 と基準酸素センサ電極 4 2 とは、共に第 1 固体電解質板 5 3 の同じ平面上に設けてある。

【 0 0 6 2 】

以下、詳細に説明する。

本例にかかる複合積層型センサ素子 1 は自動車用エンジンの排気系に取付て、排ガス中の NO_x 濃度と共に排ガス中の酸素濃度や空燃比や λ 特性を測定するガスセンサに取付て使用される。

【 0 0 6 3 】

上記複合積層型センサ素子 1 は、図 8 に示すごとく、ヒータ 1 5、スペーサ 5 6、第 2 固体電解質基板 5 5、スペーサ 5 4、第 1 固体電解質板 5 3、多孔質板 5 1、スペーサ 5 2 よりなる。

各スペーサ 5 6、5 4、5 2 はアルミナセラミック板より構成される。

また、第 1 及び第 2 固体電解質板 5 3、5 5 は酸素イオン導電性のジルコニアセラミックよりなる。

また、上記ヒータ 1 5 は絶縁性のアルミナセラミックに発熱部を内蔵したセラミックヒータである。

【 0 0 6 4 】

第 1 固体電解質板 5 3 には第 1 拡散抵抗通路 1 1 0 となる貫通孔が設けてあり、多孔質板 5 1 はこの拡散通路 1 1 0 を覆うよう設けてある。多孔質板 5 1 に隣接してスペーサ 5 2 が設けてあり、このスペーサ 5 2 と第 1 固体電解質板 5 3 とによって、第 1 基準ガス室 1 3 が形成される。

【 0 0 6 5 】

第 1 チャンバ 1 1、第 2 チャンバ 1 2 は第 1 固体電解質板 5 3、スペーサ 5 4、第 2 固体電解質板 5 5 により囲まれた空間よりなる。

第 2 基準ガス室 1 4 は第 2 固体電解質板 5 5 とスペーサ 5 6 により囲まれた空間よりなる。

【 0 0 6 6 】

本例の第 3 電気化学セル 4 は酸素濃淡起電力式電池として機能する。

第 3 電気化学セル 4 を構成する被測定ガス側酸素センサ電極 4 1 は第 1 固体電解質板 5 3 と多孔質板 5 1 との間に配置され、基準酸素センサ電極 4 2 は第 1 基準ガス室 1 3 と対面して設けてある。第 3 電気化学セル 4 は電圧計 4 5 1 を有す

る酸素センサ回路 4 5 に接続されている。

電圧計 4 5 1 は両電極間の起電力（この起電力は、排ガスと第 1 基準ガス室雰囲気との酸素濃淡によって生じる。）を測定する。この起電力が第 3 電気化学セル 4 の出力である。

【 0 0 6 7 】

本例の第 1 電気化学セル 2 はポンプ電流によってフィードバック制御された電源から電圧が印加され、この印加電圧に対応した酸素を第 1 チャンバ 1 1 と第 2 基準ガス室 1 4 との間でポンピングするよう機能する。

【 0 0 6 8 】

第 1 電気化学セル 2 は第 2 固体電解質板 5 5 に設け第 1 チャンバ 1 1 と対面した被測定ガス側ポンプ電極 2 1 と第 2 基準ガス室 1 4 と対面した基準ポンプ電極 2 2 とより構成され、両電極の間には電流計 2 5 1、電源 2 5 2 が接続されたポンプ回路 2 5 が設けてある。また、電流計 2 5 1 と電源 2 5 2 との間はフィードバック回路 2 5 5 が設けてある。

【 0 0 6 9 】

ポンプ電流は第 1 チャンバ 1 1 内の酸素濃度に対応しており、フィードバック回路 2 5 5 を利用してポンプ電流の値により電源 2 5 2 を調整してやる。この調整で第 1 電気化学セル 3 は第 1 チャンバ 1 1 内、ひいては第 1 チャンバ 1 1 と連通する第 2 チャンバ 1 2 の酸素濃度を一定に保持することができる。

なお、被測定ガス側ポンプ電極 2 1 は NO_x を分解しない、 NO_x に対して不活性な電極である。

【 0 0 7 0 】

本例の第 2 電気化学セル 3 は定電圧（時間的に変動しない）が加えられ、該電圧によって発生する酸素イオン電流を利用して NO_x 濃度を測定する。

第 2 電気化学セル 3 は第 1 固体電解質板 5 3 に設け第 2 チャンバ 1 2 と対面した被測定ガス側センサ電極 3 1 と第 1 基準ガス室 1 3 とに対面した基準センサ電極 3 2 とより構成される。両電極間は電流計 3 5 1 と電源 3 5 2 とを有するセンサ回路 3 5 が設けてある。

【 0 0 7 1 】

被測定ガス側センサ電極 3 1 は NO_x を窒素と酸素とに分解可能な活性電極である。第 2 電気化学セル 3 に電圧を印加することで、酸素イオンが被測定ガス側センサ電極 3 1 表面で発生し、該酸素イオンは第 1 固体電解質板 5 3 をイオン電流となって流通する。電流計 3 5 1 がイオン電流を測定する。

このイオン電流は第 1 電気化学セル 2 の被測定ガス側ポンプ電極 2 1 が NO_x を分解しなければ、被測定ガス中の NO_x 濃度に比例するため、電流計 3 5 1 から読み取れる値が NO_x 濃度となる。

【 0 0 7 2 】

なお、被測定ガス側センサ電極 3 1 上では被測定ガス中の酸素も分解するが、被測定ガス中の酸素濃度は第 1 電気化学セル 2 によって略一定に保たれているので、あらかじめ NO_x 濃度 0 の際の電流計の値を測定しておくことで、正しく NO_x 由来のイオン電流の大きさを測定することができる。

【 0 0 7 3 】

本例にかかる複合積層型センサ素子 1 の λ 特性測定能力を評価する。

本例の複合積層型センサ素子 1 と図 1 3 に記載した従来技術にかかる複合積層型センサ素子 9 とを同じ構造のガスセンサに組付けて、自動車エンジンの排気系に配置した。

エンジンを動かして、排ガスを発生させて、該排ガスの温度が $400 \sim 600$ °C の範囲内にある際の λ 特性を測定した。

ところで λ 特性には温度依存性があるため、排ガス温度を上述したごとく変化させた場合、図 1 0 に示すごとく、 λ 特性は低温時と高温時とでは異なる挙動を示す。同図に示すごとく上述温度範囲での λ 特性の幅 $\Delta \lambda$ を測定し、これを素子の能力として評価した。

【 0 0 7 4 】

その結果、図 9 に示すごとく、従来品は $\Delta \lambda = \pm 0.08$ 、本例の複合積層型センサ素子 1 は $\Delta \lambda = \pm 0.04$ となった。

上記 $\Delta \lambda$ が ± 0.06 を越えると、自動車エンジン排気系における λ 特性測定器としては検出精度が悪く、結果として自動車から排出されるエミッションが悪化 (NO_x 、HC 等の排出量が増大) するため、本例にかかる複合積層型センサ

素子 1 は上記用途に耐えうることが分かった。

【 0 0 7 5 】

また、本例と従来品にかかる複合積層型センサ素子 1，複合積層型センサ素子 9 について、第 3 電気化学セルの両電極間距離 A と、第 3 電気化学セルにおける被測定ガス側酸素センサ電極と最も最短距離にある他の電極（基準ポンプ電極、または被測定ガス側ポンプ電極）との距離 B とを測定した。

なお、この距離は直線距離ではなくイオン電流の通り道となることができる固体間距離である。

【 0 0 7 6 】

同図より知れるごとく、従来品は $A/B = 0.25$ ，本例は $A/B = 2$ である。

また、各種の複合積層型センサ素子を多数作製し、各素子について λ 特性精度と A/B との関係を測定したところ、両者の相関を表わす曲線は図 9 の実線のような曲線となった。

このように、本例にかかる構成は精度よく λ 特性が測定可能であることがわかり、 λ 特性の測定精度は上述の A/B を大きくすることで改善できることが分かった。

【 0 0 7 7 】

本例の作用効果について説明する。

本例にかかる構成によれば、第 3 電気化学セル 4 における被測定ガス酸素センサ電極 4 1 と基準酸素センサ電極 4 2 との距離が近接するため、第 3 電気化学セル 4 の内部抵抗が小さくなり、より精度よい酸素濃度の測定ができる。

更に、内部抵抗が小さいため、外部雰囲気温度による影響も小さくなり、温度依存性小さく酸素濃度の測定ができる。

【 0 0 7 8 】

更に、第 3 電気化学セル 4 と同じ第 1 固体電解質板 5 3 に設けてあるのは第 2 電気化学セル 3 である。第 2 電気化学セル 3 に加わる電圧は一定（時間変動しない）なので、第 3 電気化学セル 4 の測定精度にあまり影響を与えない。

【 0 0 7 9 】

また、第 1 電気化学セル 2 の設置場所は、第 1 固体電解質板 5 3、第 1 チャンバ 1 1 を介して設けられた第 2 固体電解質板 5 5 である。従って、第 1 電気化学セル 2 に与えられる変動する電圧の影響を第 3 電気化学セル 4 は受けにくい。

このように第 3 電気化学セル 4 の測定精度を高くすることができるため、λ 特性の測定精度も高くすることができる。

【0 0 8 0】

以上、本例によれば、λ 特性の測定精度に優れた複合積層型センサ素子を提供することができる。

【0 0 8 1】

また、本例にかかる複合積層型センサ素子 1 として、図 1 1、図 1 2 に示すような構成のものもある。

図 1 1 にかかる複合積層型センサ素子 1 は、第 3 電気化学セル 4 と第 2 電気化学セル 3 における基準酸素センサ電極 4 2 と基準センサ電極 3 2 とが一枚の電極から構成されている。

その他は図 1 にかかるものと同様である。

【0 0 8 2】

図 1 2 にかかる複合積層型センサ素子 1 は、ヒータ 1 5、スペーサ 5 6、第 2 固体電解質基板 5 5、スペーサ 5 4、第 1 固体電解質板 5 3、多孔質板 5 1、スペーサ 5 2 が酸素イオン導電性のジルコニアセラミックより構成されている。

その他は図 8 にかかるものと同様である。

図 1 1、図 1 2 についても本例と同様の効果を得ることができる。

【0 0 8 3】

また、本例は NO_x 濃度測定可能な素子について説明したが、第 2 電気化学セル 3 における被測定ガス側センサ電極の種類を適宜変更したりして、HC 濃度を測定可能とすることもできるし、CO を測定可能な素子とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態例 1 における、複合積層型センサ素子の断面説明図。

【図 2】

実施形態例 1 における、スパーサの平面図。

【図 3】

実施形態例 1 における、第 2 電気化学セルにおける電流と NO_x 濃度との関係を示す線図。

【図 4】

実施形態例 1 における、第 1 電気化学セルにおける電流と空燃比 (A/F) との関係を示す線図。

【図 5】

実施形態例 1 における、第 4 電気化学セルにおける起電力と λ 特性との関係を示す線図。

【図 6】

実施形態例 2 における、ジルコニアセラミックよりなる複合積層型センサ素子の断面説明図。

【図 7】

実施形態例 3 における、固体電解質板が 3 枚設けてある複合積層型センサ素子の断面説明図。

【図 8】

実施形態例 4 における、複合積層型センサ素子の断面説明図。

【図 9】

実施形態例 4 における、本例及び従来品の λ 特性精度を示す線図。

【図 10】

実施形態例 4 における、 λ 特性の温度依存性を示す線図。

【図 11】

実施形態例 4 における、他の構造の複合積層型センサ素子の断面説明図。

【図 12】

実施形態例 4 における、他の構造の複合積層型センサ素子の断面説明図。

【図 13】

従来例にかかる、複合積層型センサ素子の断面説明図。

【符号の説明】

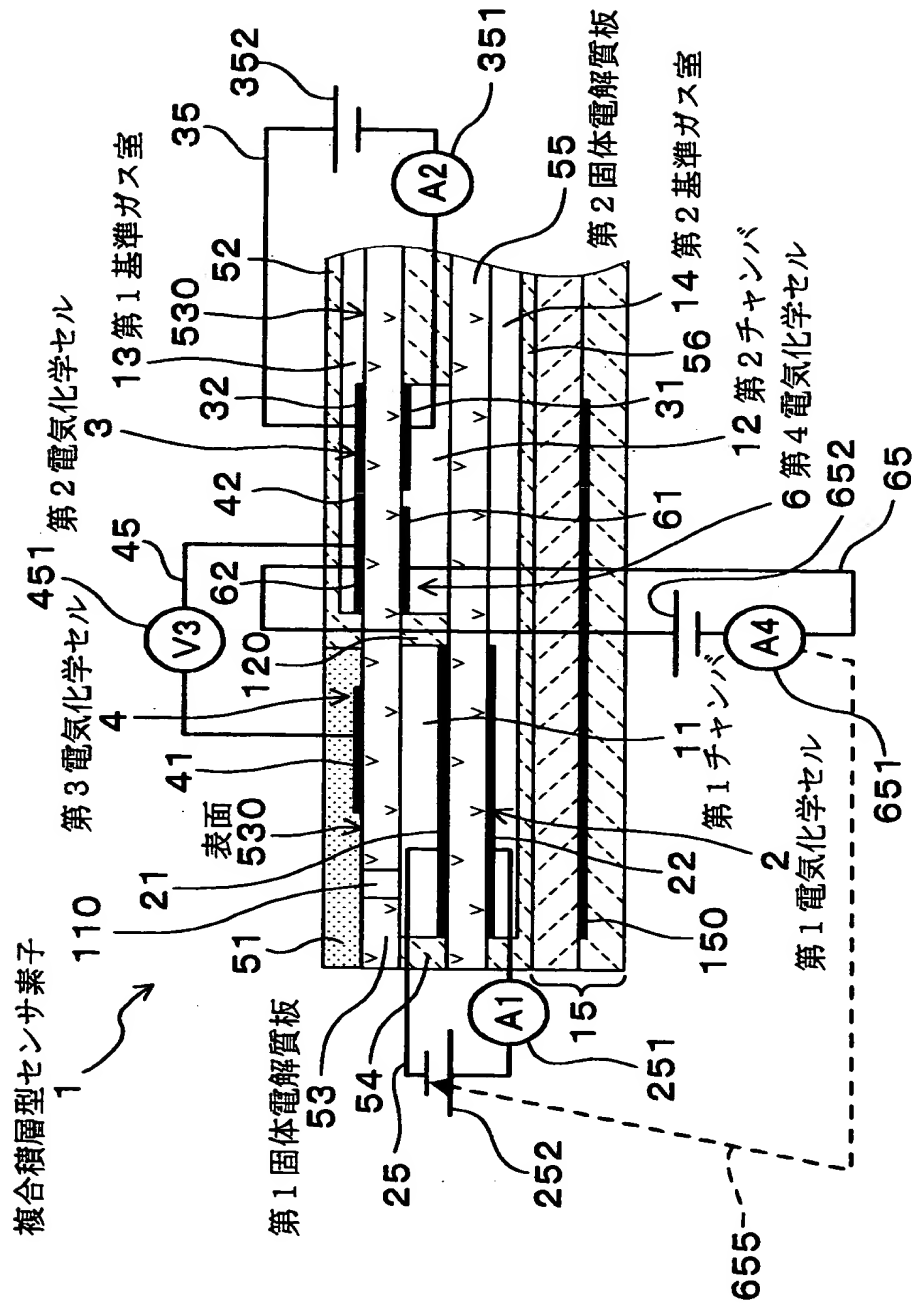
- 1 . . . 複合積層型センサ素子,
- 1 1 . . . 第 1 チャンバ,
- 1 2 . . . 第 2 チャンバ,
- 1 3 . . . 第 1 基準ガス室,
- 1 4 . . . 第 2 基準ガス室,
- 2 . . . 第 1 電気化学セル,
- 3 . . . 第 2 電気化学セル,
- 4 . . . 第 3 電気化学セル,
- 5 3 . . . 第 1 固体電解質板,
- 5 5 . . . 第 2 固体電解質板,

【書類名】

図面

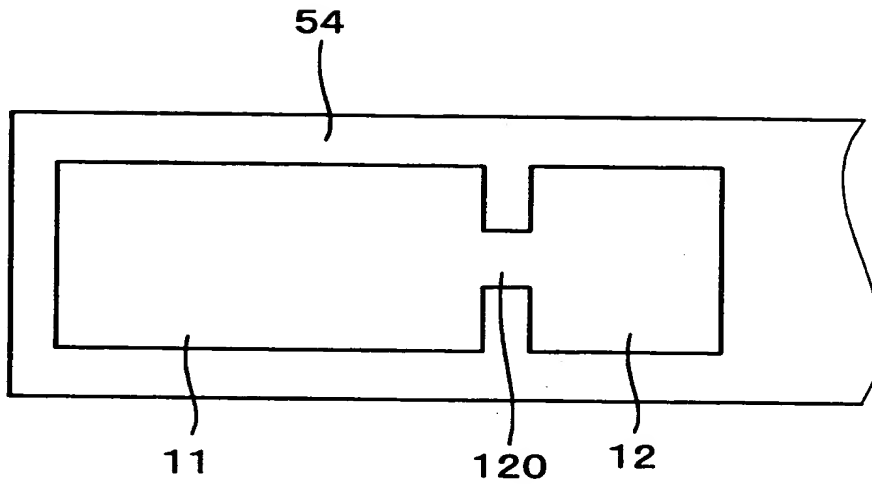
【図 1】

(図 1)



【図2】

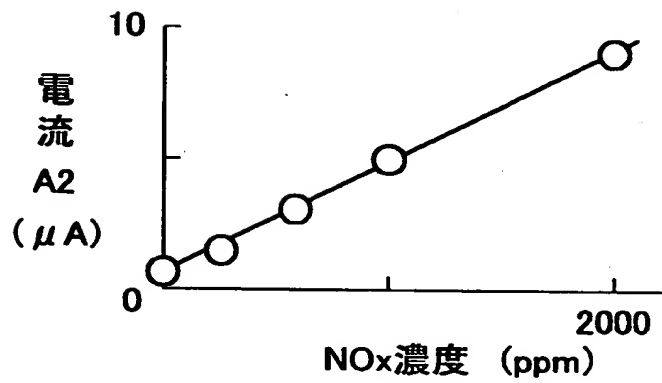
(図2)



【図3】

(図3)

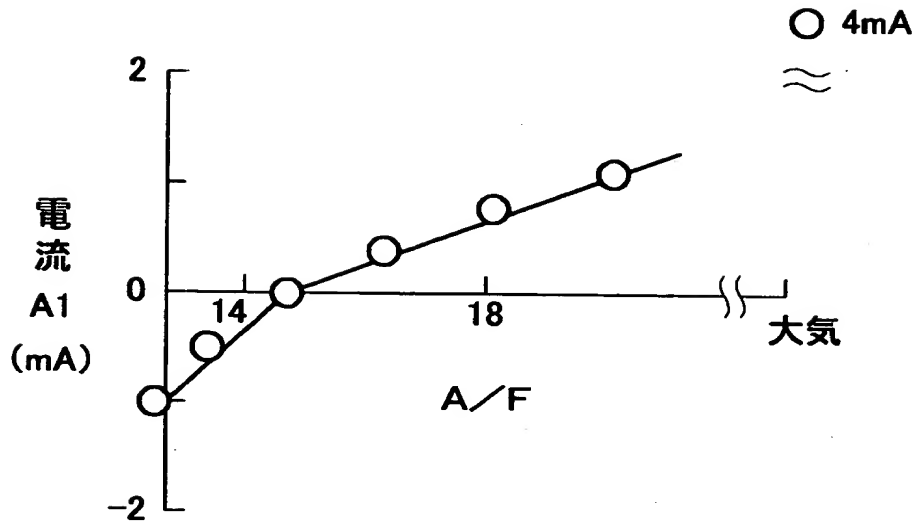
(第2電気化学セル)



【図 4】

(図 4)

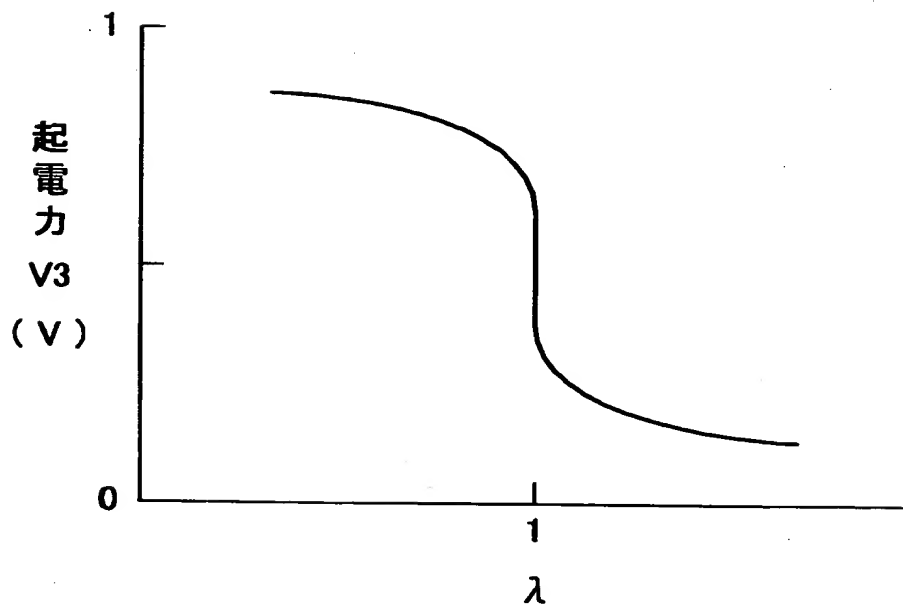
(第1電気化学セル)



【図 5】

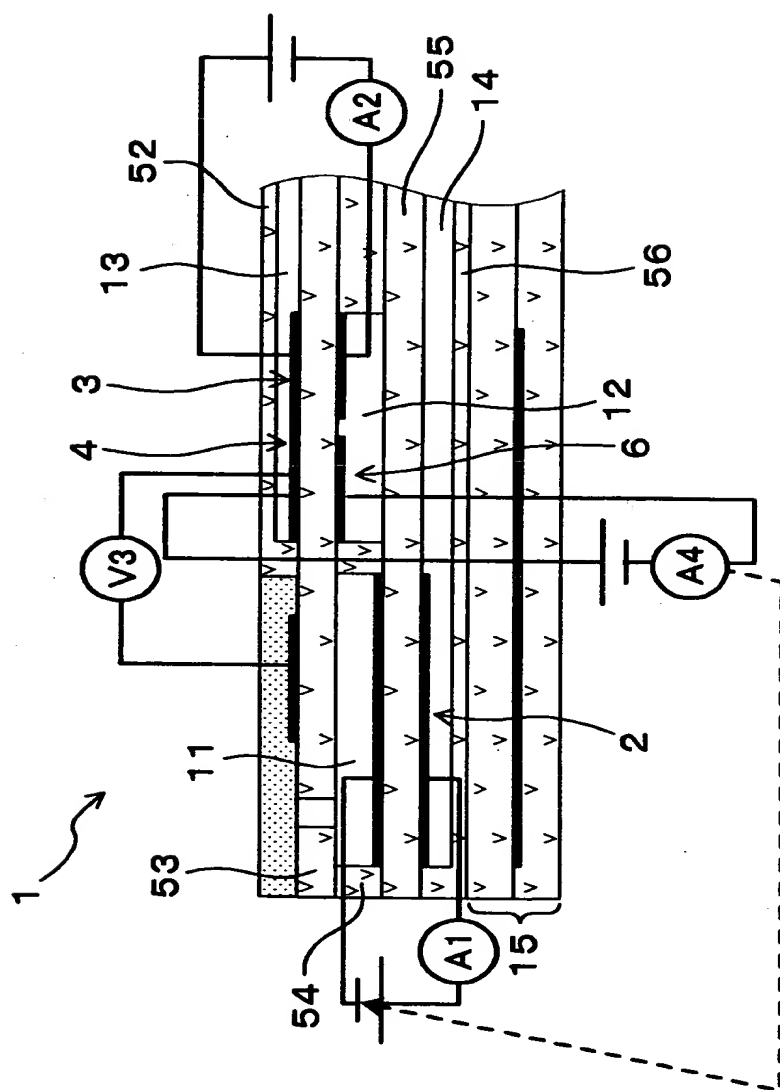
(図 5)

(第3電気化学セル)



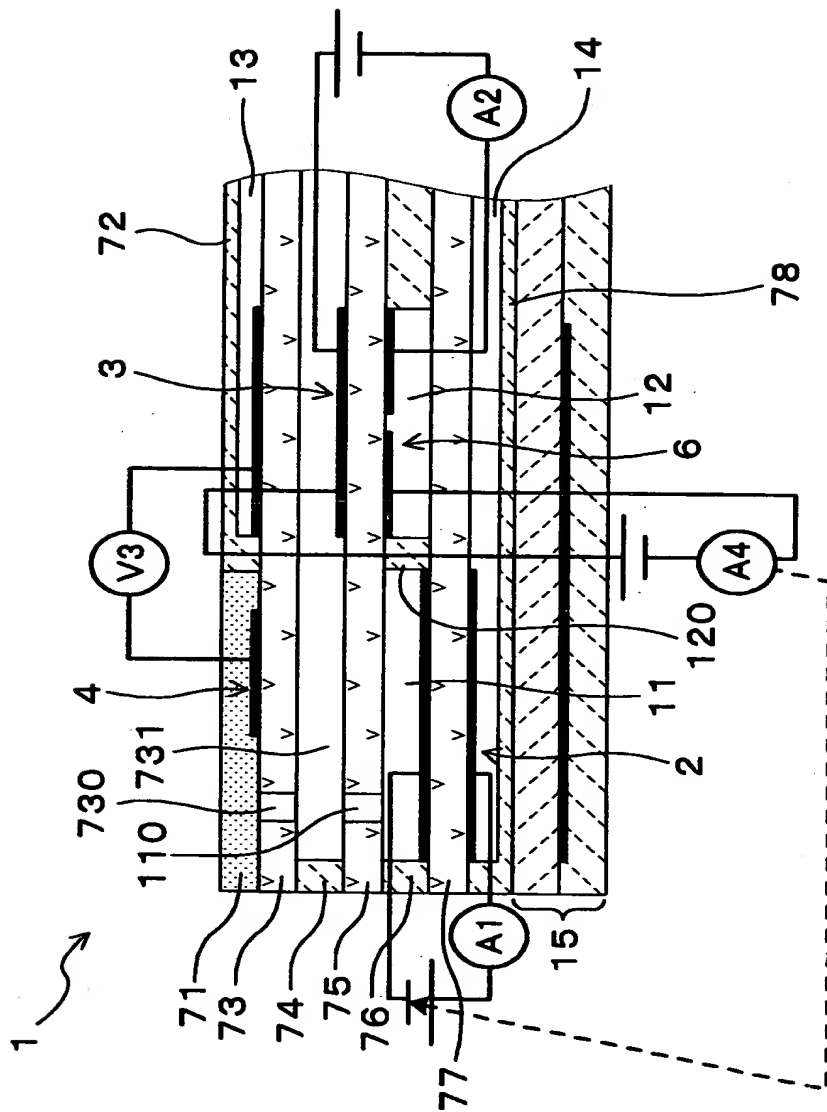
【図 6】

(圖 6)



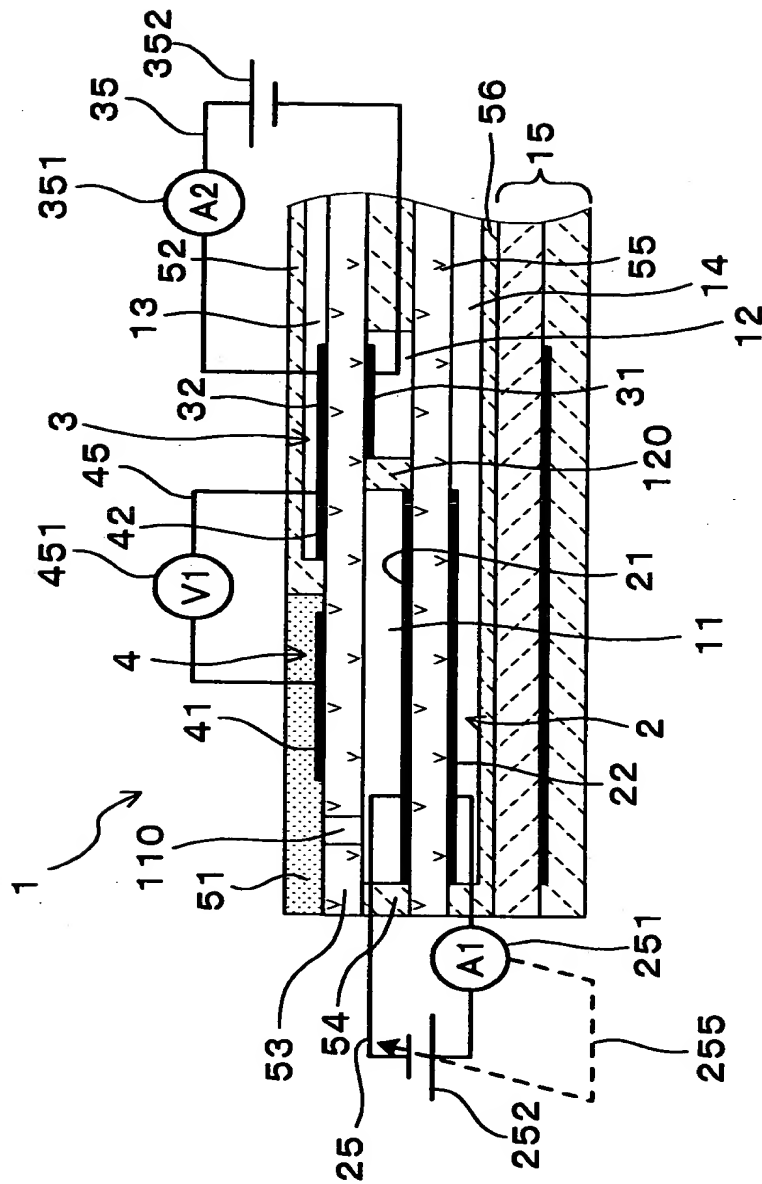
【図 7】

(圖 7)



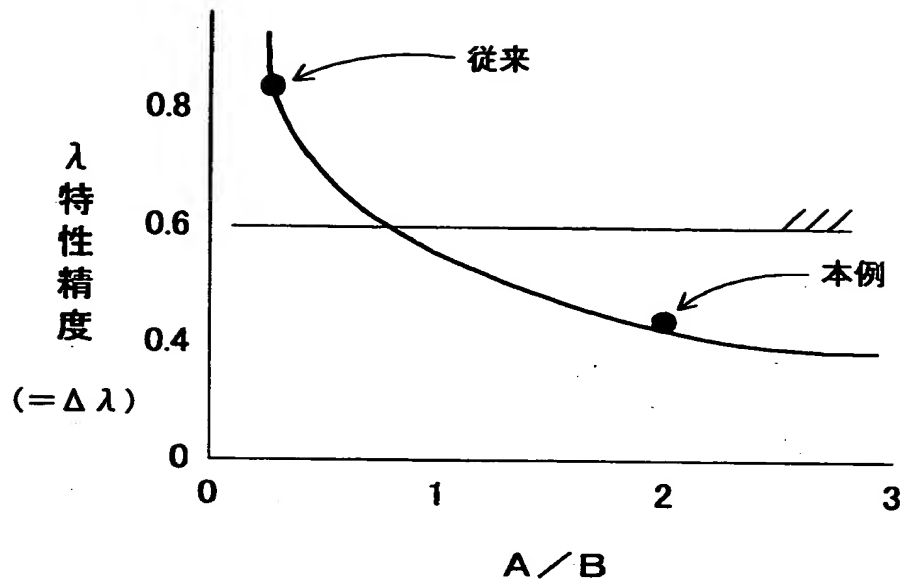
【図 8】

(図 8)



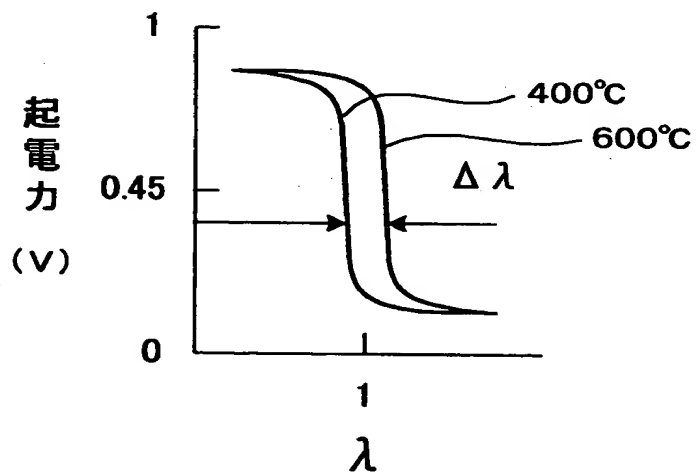
【図9】

(図9)



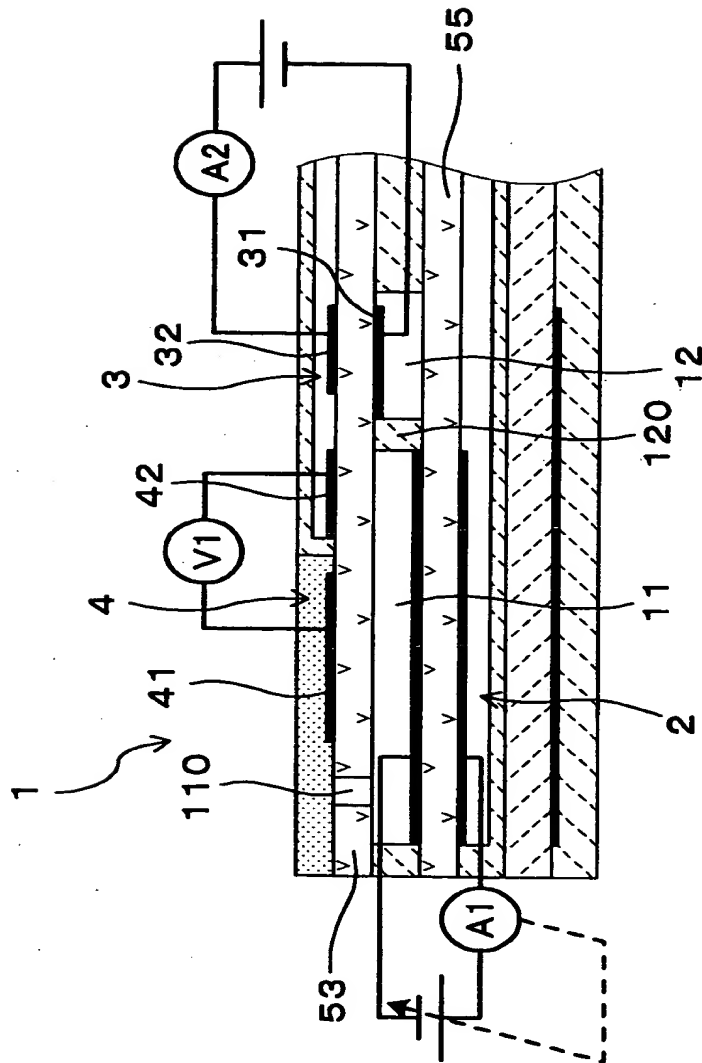
【図10】

(図10)



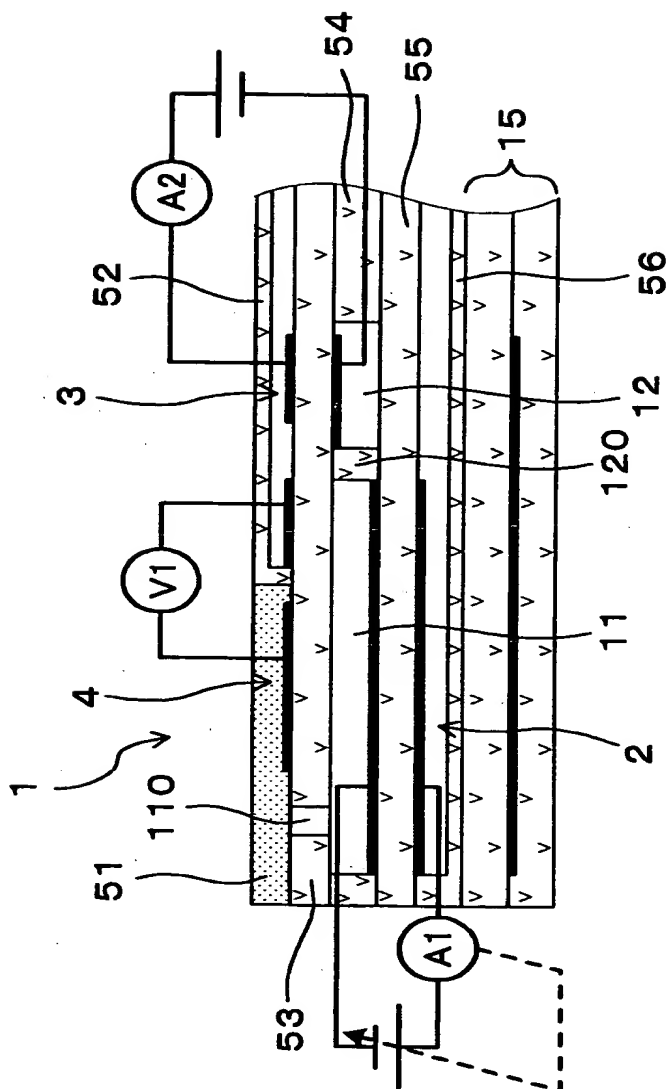
【図 11】

(図 11)



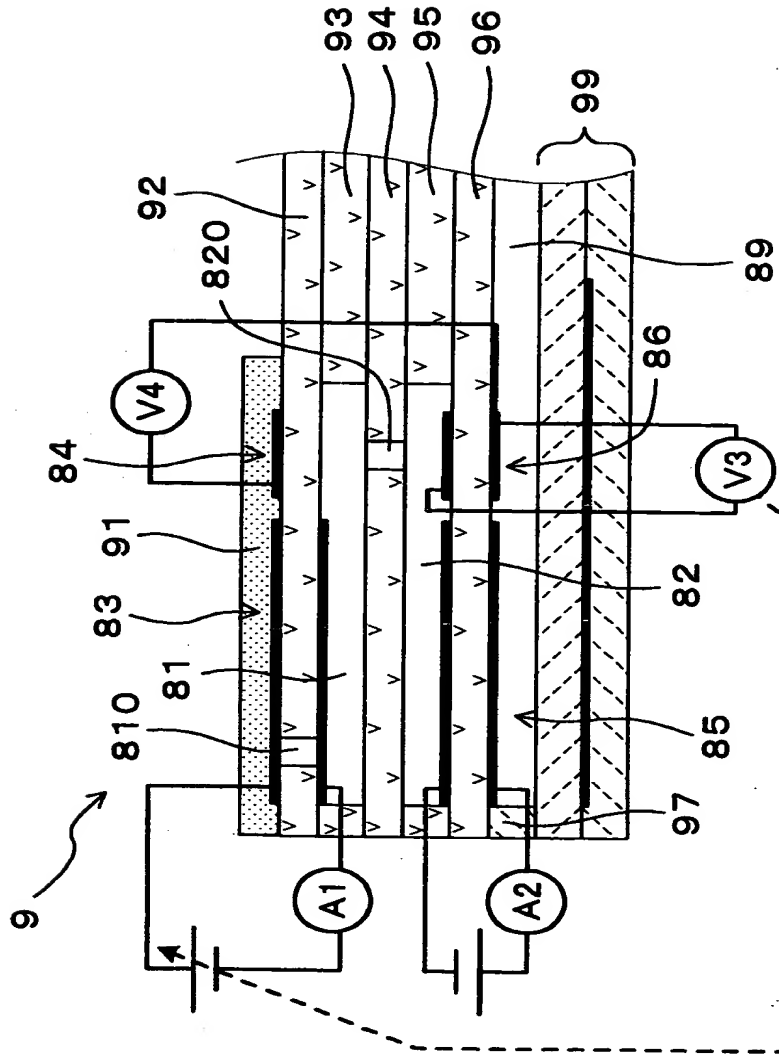
【図12】

(図12)



【図 13】

(図 13)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 λ 特性の測定精度に優れた複合積層型センサ素子を提供すること。

【解決手段】 第 1, 第 2 及び第 3 電気化学セル 2, 3, 4 を有し, 第 1 電気化学セル 2 を用いた酸素ポンピングによる前処理を施した被測定ガスに対し第 2 電気化学セル 3 を用いた特定ガス濃度検出が行われると共に, 第 3 電気化学セル 4 を用いた被測定ガスと基準ガスとの間の起電力差検出が行われるように構成され, 第 3 電気化学セル 4 の一对の電極 4 1, 4 2 は同一の固体電解質板 5 3 の同一平面上に設けてあり, 第 1 及び第 3 電気化学セル 2, 4 は異なる固体電解質板 5 3, 5 5 に設けてある。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日	1996年10月 8日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名	株式会社デンソー